Pelletofen

Aufgaben

Die Firma HeatUp stellt moderne Kaminöfen her. Diese Kaminöfen für Wohnungen werden oft mit Holzpellets (ein stäbchenförmiger und vollständig oder überwiegend aus Holz oder Sägenebenprodukten hergestellter Brennstoff) befeuert. Diese Form des Brennstoffs macht es möglich, den Ofen automatisiert zu betreiben. Pelletöfen benötigen jedoch einen 230V-Anschluss, um die Elektronik, das Gebläse und die elektrische Zündeinrichtung zu betreiben. Die Pellets werden im Betrieb aus einem Vorratsbehälter mit einer Förderschnecke fortwährend in den Feuerraum befördert, wo sie verbrennen. Die Pellets müssen per Hand in den Vorratsbehälter gefüllt werden. Die für den Verbrennungsvorgang benötigte Luft wird über ein Rauchgasgebläse ebenfalls in den Feuerraum eingeleitet. Eine elektrische Zündeinrichtung sorgt für die Entzündung der Pellets zum Starten des Brennvorgangs (Material 1).



https://www.mcz.it/storage/small-ego20-268-white.jpg (abgerufen am 03.10.2021).

1 Die Firma HeatUp entwickelt derzeit eine App zur Steuerung ihrer Pelletöfen. Die Userin oder der User (im Folgenden User genannt) soll sich einloggen können, sofern er sich zuvor einmal registriert hat. Danach kann der User den Ofen bedienen, dazu gehört das Starten und Stoppen des Brennvorgangs und die Einstellung der gewünschten Raumtemperatur. Neben dem User existiert noch ein Premium-User mit den gleichen Rechten wie der User. Zusätzlich dazu kann der Premium-User jedoch einen Timer einstellen, um den Ofen nach dem Einloggen zeitgesteuert ein- und auszuschalten. Außerdem kann der Premium-User per Fernzugriff mit seinem Handy von unterwegs auf den Ofen zugreifen. Dies bedingt eine erneute Eingabe des Passworts.

1.1 Entwickeln Sie unter Berücksichtigung der Beschreibung ein Use-Case-Diagramm (Anwendungsfalldiagramm). Bestimmen Sie dabei die menschlichen Akteure, die Beziehungen zwischen Akteuren und Anwendungsfällen und eventuell vorhandene include- bzw. extend-Beziehungen.

(9 BE)

1.2 In Material 2 ist ein Entwurf eines UML-Klassendiagramms für die App gegeben. Beschreiben und erklären Sie das dargestellte Klassendiagramm mit Konzentration auf folgende Stichworte: abstrakte Klasse, Komposition, Vererbung, Klassenattribute, Assoziationen.

(9 BE)

1.3 Implementieren Sie die Klassen `Pelletofen` und `Bauteil` sowie die Klasse `Rauchgebläse` inklusive des Objekts `RB1` vom Typ `Bauteil` mit den Werten 0 für das Attribut `umdrehungenIst` und 150 für das Attribut `umdrehungenSoll` gemäß dem UML-Klassendiagramm in Material 2.

Hinweise: Sowohl bei der Erstellung eines Objekts des Typs `Pelletofen` als auch beim nachträglichen Zugriff auf das Attribut `modus` ist darauf zu achten, dass der übergebene Modus entweder „Brennvorgang starten", „Brennvorgang stoppen" oder „Normaler Heizbetrieb" ist. Andernfalls wird der Wert des Attributs auf `null` gesetzt und es wird der Fehler „Modus nicht korrekt!" auf der Konsole ausgegeben. Es sind nur die von Ihnen benötigten Methoden zu implementieren. Auf get- und set-Methoden kann verzichtet werden, sofern Sie diese nicht benötigen.

(10 BE)

2 Um die Verbrennung der Pellets zu gewährleisten, muss eine stetige Sauerstoffzufuhr für das Feuer in Form eines Luftzugs bestehen. Dazu wird vom Rauchgasgebläse Luft aus dem Innenraum der Wohnung angesogen, in den Feuerraum hinein und schließlich durch den Schornstein des Hauses hinaus gedrückt. Das Gebläse besteht aus einem Gehäuse und einem sich darin drehenden Rotor, der von einem Gleichstrommotor betrieben wird. Die Förderschnecke wird ebenfalls mit einem Gleichstrommotor betrieben und transportiert das Brenngut in den Feuerraum des Pelletofens. Beide Bauteile werden zur Sicherheit vor etwaigen Softwareaussetzern hardwareseitig angesteuert.

2.1 Beschreiben Sie das Funktionsprinzip eines Gleichstrommotors.

(4 BE)

2.2 In Material 3 ist eine Wahrheitstabelle für das Rauchgasgebläse und die Förderschnecke dargestellt. Die Variablen d, c, b und a stellen die Eingänge von vier Sensoren dar (high = Signal). Die von der Firma HeatUp vorgegebenen Richtlinien sind mit absteigender Priorität (Priorität P1 = „hoch" hin zu Priorität P6 = „niedrig") zu behandeln:

P1: Das Rauchgasgebläse und die Förderschnecke werden immer sofort ausgeschaltet, sobald ein „Error" (c) erkannt wird und dies über den gleichnamigen Eingang gemeldet wird.
P2: Liegt kein „Error" an und der Heizvorgang ist gestartet (d) sind sowohl Rauchgasgebläse als auch Förderschnecke aktiviert.
P3: Sollte die Temperatur im Brennraum über 30° Celsius betragen (b) ist das Rauchgasgebläse ebenfalls aktiv.
P4: Die Temperaturüberwachung des Brennraums ist für die Förderschnecke irrelevant.
P5: Ist die Zündkerze eingeschaltet (a), so ist ebenfalls das Rauchgasgebläse aktiv, während die Förderschnecke ausgeschaltet ist.
P6: Sollten alle Eingänge ein low-Signal liefern, werden beide Ausgänge ebenfalls low.

Ergänzen Sie die in Material 3 dargestellte Wahrheitstabelle um die Ausgänge Rauchgasgebläse (x) und Förderschnecke (y).

(4 BE)

2.3 Bestimmen Sie die disjunktive Normalform des Ausgangs x.

(4 BE)

2.4 Vereinfachen Sie die Ausgänge x und y durch die Verwendung von KV-Diagrammen und nennen Sie die vereinfachten disjunktiven Normalformen.

Hinweis: Es können die in Material 4 vorgegebenen KV-Diagramme verwendet werden.

(8 BE)

2.5 Für die Ausführung der hardwareseitigen Schaltung werden taktflankengesteuerte JK-Flipflops benötigt. Es stehen bauseitig jedoch nur RS-Flipflops zur Verfügung.

2.5.1 Dokumentieren Sie das Schaltzeichen, die Wahrheitstabelle und das generelle Funktionsprinzip eines taktflankengesteuerten JK-Flipflops.

(4 BE)

2.5.2 Entwerfen Sie aus dem gegebenen taktflankengesteuerten RS-Flipflop in Material 5 ein taktflankengesteuertes JK-Flipflop.

(4 BE)

3 Um eine gewünschte Raumtemperatur zu erreichen und zu halten ist der Pelletofen über Funk mit einem Thermostat verbunden, welches die jeweils gemessene Raumtemperatur (Regelgröße oder Istwert) in Grad Celsius an den Ofen sendet. Die Steuerung der Temperatur wird über die Ein- und Ausgänge eines Mikrocontrollers vorgenommen (Material 6). Die Regelung ist nach dem Prinzip der Zweipunktregelung aufgebaut. Die gewünschte Raumtemperatur ist die Führungsgröße (Sollwert), die es zu erreichen gilt. Sie ist in diesem Fall 22° Celsius. Der Ofen startet den Brennvorgang und heizt nun so lange, bis sich die Raumtemperatur zwei Grad über der Führungsgröße befindet. Nun wird der Brennvorgang gestoppt. Der Ofen zündet erst wieder, sobald sich die Regelgröße zwei Grad unter der Führungsgröße befindet. Die jeweilige Temperatur lässt sich über die Pins 0-6 von Port 2 auslesen. Um den Brennvorgang zu starten wird eine HIGH-Signal an Pin 1 von Port 1 gesendet. Nach zwei Minuten wird am gleichen Port Pin 2 mit einem HIGH-Signal belegt, da nun der normale Heizbetrieb ablaufen soll, sofern an Pin 7 von Port 2 aktuell kein Error-Bit gelesen wird. Der normale Heizbetrieb läuft, bis die notwendige Temperatur erreicht wurde. Nach dem Erreichen wird der normale Heizbetrieb sofort beendet und der Brennvorgang gestoppt, indem ein HIGH-Signal an Pin 3 von Port 1 ausgegeben wird. Nach 3 Minuten wird dieses in ein LOW-Signal umgewandelt und der komplette Vorgang beginnt von vorne. Es darf immer nur ein Modus (Pin 1 – Pin 3 von Port 1) aktiv sein.

3.1 Erläutern Sie die Portbelegung (Material 6) für die Steuerung des Pelletofens für Ihren im Unterricht verwendeten Mikrocontroller mithilfe eines Technologieschemas.

(4 BE)

3.2 Stellen Sie die beschriebene Mikrocontroller-Steuerung für die Steuerung des Pelletofens in einem Struktogramm dar.

Hinweis: Sämtliche erforderliche Verzögerungsschleifen können als gegeben angenommen und als Unterprogramme (z. B. warten20ms etc.) verwendet werden.

(10 BE)

3.3 Implementieren Sie Ihr Struktogramm aus Aufgabenteil 3.2 bzw. die beschriebene Mikrocontroller-Steuerung aus Aufgabe 3 in der von Ihnen im Unterricht verwendeten Assemblersprache.

Hinweis: Die als Unterprogramme zur Verfügung gestellten Verzögerungsschleifen müssen nicht implementiert werden.

(10 BE)

3.4 Der in Aufgabe 3 beschriebene Ablauf der Raumtemperaturregelung mithilfe des Funkthermostats ist eine klassische Zweipunktregelung. Für das nun folgende Beispiel wird angenommen, dass eine Raumtemperatur von 22 °C erreicht werden soll. Die Hysterese bezeichnet das Schwingen zwischen der oberen Schwelle (o) und der unteren Schwelle (u) um die Führungsgröße (w) herum. Zum Aufheizen des betrachteten Raumes benötigt der Pelletofen exakt 35 Minuten. Nach weiteren 20 Minuten erreicht die Raumtemperatur wieder die untere Schwelle.
Skizzieren Sie den Verlauf der Kennlinien Raumtemperatur (x), Schaltzustand (y) sowie der Führungsgröße (w) im Kennliniendiagramm in Material 7.
Erklären Sie den Begriff Totzeit, ebenfalls Verzugszeit genannt, auch unter Berücksichtigung des hier beschriebenen Vorgangs.

(7 BE)

3.5 Um den Pelletofen für die Kundinnen und Kunden zukünftig noch bequemer nutzbar zu machen, plant die Firma HeatUp einen Infrarot-Sensor zu verbauen, mit dem der Pelletfüllstand des Vorratsspeichers ermittelt werden kann.

3.5.1 Erläutern Sie das generelle Funktionsprinzip eines Infrarot-Sensors und beurteilen Sie die Sinnhaftigkeit des Einsatzes eines Infrarot-Sensors in einem Ofen.

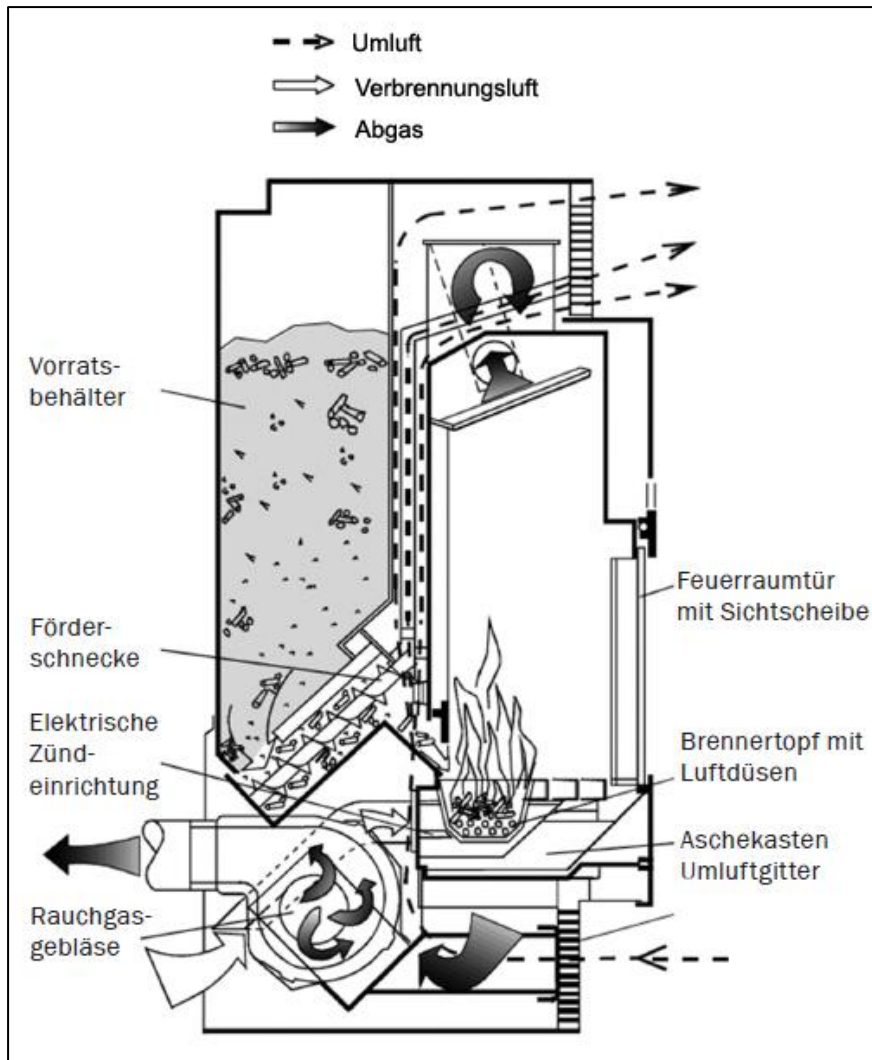
(7 BE)

3.5.2 Entwickeln Sie mit einer Ihnen aus dem Unterricht bekannten Sensortechnik ein Konzept inklusive grafischer Skizze, um die genannte Anforderung sensorisch korrekt zu erfassen.

(6 BE)

Material 1

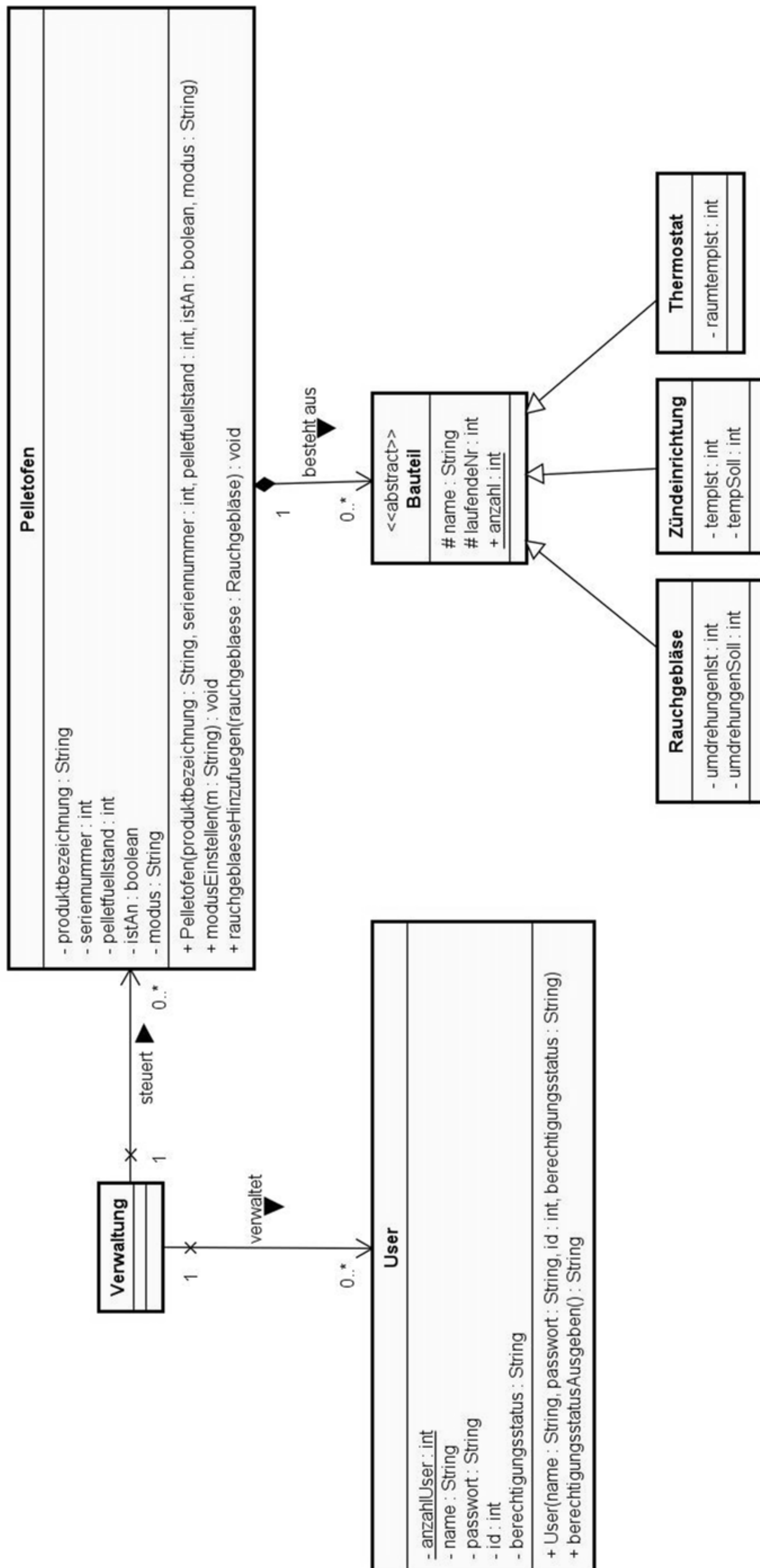
Schaubild Pelletofen



https://oranier.com/fileadmin/user_upload/Funktionsprinzip_Pelletofen_01.jpg (abgerufen am 03.10.2021).

Material 2

UML-Klassendiagramm



Material 3

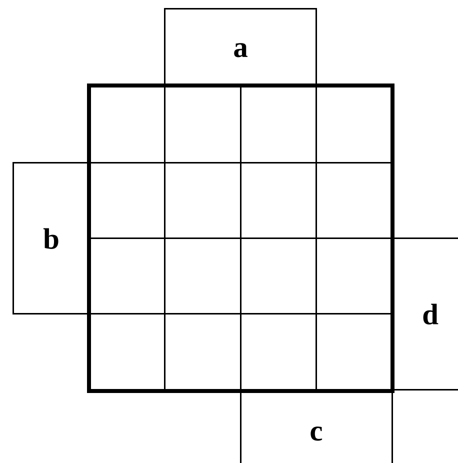
Wahrheitstabelle Rauchgasgebläse und Förderschnecke

Index	Heizvorgang gestartet	Error	Temperatur Brennraum > 30 ° C	Zündkerze ein	Rauchgasgebläse ein	Förderschnecke ein
	d	**c**	**b**	**a**	**x**	**y**
0	0	0	0	0		
1	0	0	0	1		
2	0	0	1	0		
3	0	0	1	1		
4	0	1	0	0		
5	0	1	0	1		
6	0	1	1	0		
7	0	1	1	1		
8	1	0	0	0		
9	1	0	0	1		
10	1	0	1	0		
11	1	0	1	1		
12	1	1	0	0		
13	1	1	0	1		
14	1	1	1	0		
15	1	1	1	1		

Material 4

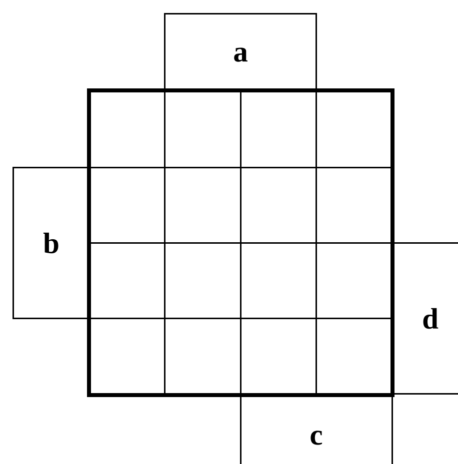
KV-Diagramme

Ausgang x:



x =

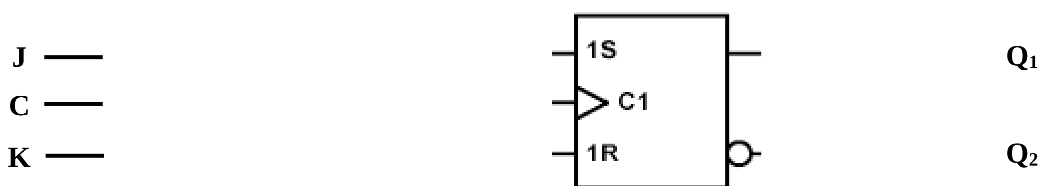
Ausgang y:



y =

Material 5

Schaltung JK-Flipflop



Material 6

Portbelegung

Port 1 des Mikrocontrollers							
Pin 7	Pin 6	Pin 5	Pin 4	Pin 3	Pin 2	Pin 1	Pin 0
				↓	↓	↓	
				Brenn-vorgang stoppen	Normaler Heizbetrieb	Brenn-vorgang starten	

Port 2 des Mikrocontrollers							
Pin 7	Pin 6	Pin 5	Pin 4	Pin 3	Pin 2	Pin 1	Pin 0
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Error?	Thermostat						

Material 7

Kennliniendiagramm des Zweipunktreglers

